Zwei Beiträge zur systematischen Anatomie.

Von

H. Solereder.

Mit 2 Figuren im Text.

1. Über Kristallsand bei den Dilleniaceen.

Anläßlich der Kontrolle unserer Kalthauspflanzen beobachtete ich bei *Hibbertia scandens* (Willd.) Gilg, und zwar auch in zum Vergleich herangezogenem Herbarmaterial von Lhotsky, neben den für die Familie der Dilleniaceen[1]) so charakteristischen Raphidenbündeln Kristallsandschläuche, die bisher bei den Dilleniaceen nicht bekannt waren. Dieselben finden sich bei der genannten Art im Weichbast der Nervenleitbündel, im Mesophyll (Palisaden- und Schwammgewebe) und im Weichbast der Achse. Näher geprüft habe ich den Inhalt der oft langgestreckten Sandschläuche der Achse. Er ist doppeltbrechend und kleinkörnig. Die Körner sind nicht tetraëdrisch, im Gegensatz zu dem »sable tetraëdrique« anderer Pflanzen. Sie geben die bekannten Reaktionen des Kalkoxalats. Nur treten nach Einwirkung von konzentrierter Schwefelsäure keine Gipsnadeln auf; die Umwandlung in Gips vollzieht sich aber und macht sich durch das Verschwinden der Doppelbrechbarkeit bemerkbar. Erwähnenswert ist, daß in unmittelbarer Nachbarschaft der Sandschläuche im Weichbast der Achse auch Raphidenschläuche vorkommen, die schleimfrei und häufig langgestreckt sind und oft in axiler Richtung mehrere übereinander gestellte und dabei mehr oder weniger deutlich voneinander abgegrenzte kürzere Raphidenbündel erkennen lassen.

Eine Umschau bei einigen anderen mir zur Hand gewesenen australischen *Hibbertia*-Arten[2]) aus verschiedenen Sektionen des Genus ergab,

---

1) S. Solereder, Systematische Anatomie der Dikotyledonen S. 23 sqq. und Ergänzungsband S. 3—4 und 349, auch Steppuhn, Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Dilleniaceen, Botanisches Centralblatt LXII, 1895, S. 337, 369 u. 401 sqq.

2) Diese sind: *H. Billardieri* F. v. Müll., Sieber n. 505; *H. glaberrima* (Steud.) Gilg, Preiss n. 2157; *H. hypericoides* Benth., Preiss n. 2132; *H. pachyrrhiza* Steud., Preiss n. 2149; *H. saligna* R. Br., Sieber n. 142.

daß auch bei diesen durchweg im Weichbast der Achse neben Raphidenbündeln Kristallsandschläuche vorhanden sind, während ich Kristallsand im Blattgewebe (auch in den Blattnerven) nicht antraf. Außerdem fand ich bei der Mehrzahl dieser Arten im Weichbast der Achse auch noch Zellen, die an Stelle eines deutlich körnigen Sandes zum Teil (*H. glaberrima*, *hypericoides*) oder fast ausschließlich (*H. Billardieri*, *pachyrrhiza*) kürzere oder etwas längere Kristallnädelchen einschließen. Damit ist ein Zwischentypus der Ausscheidung des oxalsauren Kalkes festgestellt, der zu den oben erwähnten Raphidenbündeln überleitet, die mehrere in eine Längsreihe angeordnete Nadelbündel enthalten. Mit Rücksicht auf diese Beziehungen ist weiter noch anzuführen, daß ich kürzere nadelförmige Kristalle auch in gewöhnlichen Palisadenzellen des Blattes von *H. Billardieri*, *hypericoides*, *pachyrrhiza* und *saligna*, und zwar regellos zu mehreren in derselben Zelle, antraf und im Blatt von *H. hypericoides* vereinzelt schleimführende Raphidenschläuche mit einem ganz kurzen Nadelbündel oder zwei Bündeln hintereinander.

Untersuchungen über die Verbreitung des Kristallsandes in den übrigen Gattungen der Dilleniaceen sind von anderer Seite im Gang.

Zum Schluß mögen an dieser Stelle noch einige bemerkenswerte, zum Teil für die Dilleniaceen neue anatomische Vorkommnisse des Blattes bei den von mir untersuchten Arten Erwähnung finden, welche Steppuhn für diese nicht aufgeführt hat. Es sind diese: Einzellige typische Hakenhaare, deren getüpfelter Basalteil von 5—6 postamentartig über die Epidermis sich erhebenden Nebenzellen umschlossen wird, neben den gewöhnlichen spitzen einzelligen Deckhaaren, welche auf der Blattoberseite das Zentrum einer verkieselten, in direkter Umgebung des Haares durch massive Papillen gebuckelten Epidermiszellengruppe bilden, auf der Blattunterseite von *H. Billardieri*; weite und lange schlauchartige, parallel zur Blattfläche gelagerte Schleimzellen, die als Raphidenschläuche mit unterdrückter Ausscheidung der Kristallnadeln angesprochen werden können — neben zahlreichen kürzeren und zum Teil auch schleimführenden Raphidenzellen — bei *H. glaberrima*; weitlumige und dabei dickwandige schlauchartige Spikularzellen, welche entweder dem einschichtigen und ziemlich langzelligen Palisadengewebe angehören und mit schwacher Verästelung im Schwammgewebe enden oder annähernd parallel zur Blattfläche unter dem Palisadengewebe liegen und mit einem Ast oder ihrem einen Ende zwischen die Palisadengewebezellen eindringen, bei *H. saligna*.

2. Über Diospyros Hildebrandtii Gürke und nächstverwandte Arten.

Diospyros Hildebrandtii, von Gürke in Englers Bot. Jahrb. XIV, 1892, S. 312—313 auf die fruchtende Pflanze von Hildebrandt n. 3319 aus Nordwestmadagaskar aufgestellt, besitzt, wie die in meinem Laboratorium ausgeführten Untersuchungen des Herrn P. Busch über die Blatt-

struktur von *Diospyros* (Diss. Erlangen 1913) gezeigt haben, charakteristische Trichome in der Form von schülferchenartigen Gebilden (Fig. 1). Dieselben verursachen an den jungen Blättern eine dichte filzige rostbraune Behaarung, während sie an den ausgewachsenen abgefallen sind (»foliis utrinque glaberrimis« bei Gürke). Sie bestehen aus einem einzelligen, der Epidermis aufgesetzten Stiel und dem schülferchenartigen, meist 6—10-, aber auch mehrzelligen Endteil. Die Zellen des letzteren haben ziemlich dünne, oft großwarzige Wände und einen braunen, gerbsäurehaltigen Inhalt. Sie

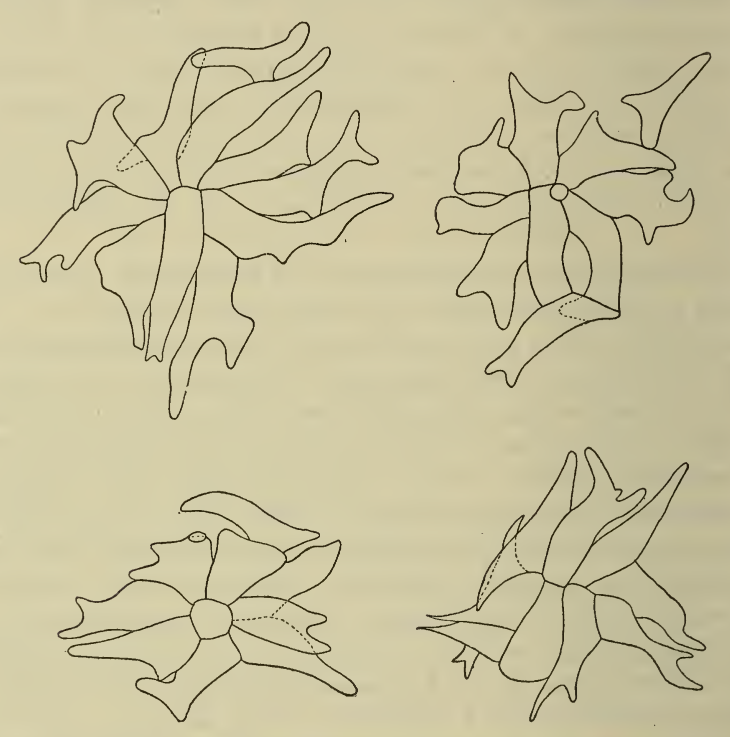


Fig. 1. Schülferchen von *D. Hildebrandtii* (ca. $^{210}/_{1}$).

liegen sämtlich oder zum größten Teil in einer Ebene und zeigen in der Fläche verschiedene Anordnung und Form. Ihre Radiärwände sind mehr oder weniger weit verwachsen und dringen verschieden weit gegen den von der Insertionsstelle des Stiels gebildeten Mittelpunkt vor; ihre freien Teile sind nach außen strahlartig verschmälert oder keil- oder fußförmig verbreitert oder in zwei kürzere oder längere Lappen gegabelt. Auch kommt es vor, daß sich an die eine oder andere Zelle noch eine weitere Schülferchenzelle anschließt usw. All die auftretenden Modifikationen lassen sich nicht anführen. Diese Schülferchen waren mir mit eine Handhabe zur Bestimmung der systematischen Stellung der in Rede stehenden Art.

Nach Gürke zeichnet sich *D. Hildebrandtii* vor allen anderen *Dio-*

spyros-Arten durch den die Frucht völlig einschließenden Kelch aus, wobei nur die vier ungleichen Kelchlappen frei sind. »Wenn die vorliegende Spezies wirklich zur Gattung *Diospyros* gehört«, sagt Gürke, »was bei dem Fehlen von Blüten nicht mit Sicherheit festzustellen ist, so müßte sie eine besondere Sektion bilden, welche sich von allen von Hiern aufgestellten Sektionen durch ihren Kelch unterscheidet.« Gürke zieht auch die monotypische Gattung *Tetraclis* in Betracht und erklärt zuletzt, daß die Zugehörigkeit zu der einen oder anderen Gattung sich nur durch die Blütenanalyse feststellen lassen wird.

Meine Untersuchungen haben zunächst ergeben, daß *D. Hildebrandtii* zu *Diospyros* und nicht zu *Tetraclis* gehört. An dem Münchener Material der Hildebrandtschen Pflanze, das gleich dem Berliner Material reife Früchte trägt, entdeckte ich eine kleine geschlossene, in der Entwicklung gehemmt gebliebene weibliche Blütenknospe, an der sich feststellen ließ, daß die Krondeckung gedreht, wie bei *Diospyros*, und nicht klappig, wie bei *Tetraclis* ist. Für die Zugehörigkeit zu *Diospyros* spricht auch schon die anatomische Untersuchung des Blattes. Bei *Tetraclis clusiaefolia* Hiern (Originalmaterial von Perville n. 6, Madagaskar, Herb. Paris.[1]) finden sich im Gegensatz zu *D. Hildebrandtii* keine Schülferchen, auch keine extranuptialen Nektarien (diese sparsam bei *D. Hildebrandtii*); dafür neben einfachen, einzelligen, schmalen und ziemlich kurzen, spitzen, dickwandigen und englumigen Deckhaaren, deren Haarkörper der Blattfläche anliegen und oft auf der dem Haarkörper entgegengesetzten Seite des Stiels eine deutliche kurze, stumpfe Aussackung aufweisen und deren Stielteil zwischen stärker verdickten Epidermiszellwänden eingeklemmt ist, im Gegensatz zu *D. Hildebrandtii* auch Drüsenhaare mit einzellreihigem Stiel und mehrzelligem ellipsoidischem Köpfchen. Das sind negative und positive Merkmale, welche zwar auch bei bestimmten *Diospyros*-Arten nach Busch vorkommen, aber einer nächsten Verwandtschaft von *Tetraclis* mit *D. Hildebrandtii*, einer Einbeziehung dieser Art in den Gattungskreis von *Tetraclis* entgegen sind.

Mit Rücksicht auf die unzulänglichen Angaben in Parmentier, Histologie comparée des Ébenacées, Thèse Paris, 1892, lasse ich an dieser Stelle noch die weiteren Ergebnisse meiner Untersuchung der Blattstruktur des Originals von *Tetraclis* in Kürze folgen: Oberseitige Epidermiszellen mäßig großpolygonal, mit sehr dicker Außenwand, unterseitige mäßig großpolygonal, mit dicker Außenwand; Spaltöffnungen in der Fläche nicht nur mit stark hervortretenden äußeren Cuticularleisten, sondern noch mit wallartigen, mit den Cuticularleisten konzentrischen und von ihnen durch eine Furche getrennten, im Querschnitt als Höcker der Schließzellen entgegentretenden Verdickungsleisten, ohne Nebenzellen. Palisadengewebe aus einer typischen lang- und schmalzelligen Schicht und 1—2 Lagen kürzerer Zellen; Schwammgewebe in den Nervenmaschen aus

---

1) An dieser Stelle spreche ich den Herren Kollegen Lecomte und Casimir de Candolle für die mir überlassenen Originalmaterialien aus dem Pariser und Prodromusherbar meinen besten Dank aus.

unregelmäßig- und kurzarmigem sternförmigem Parenchym mit nicht sehr großen Interzellularen. Seitennerven erster Ordnung mit kräftigen Sklerenchymfaserkomplexen und daran sich anschließendem Begleitparenchym beiderseits durchgehend, die nächst kleineren mit derselben Struktur, die noch kleineren mit oft wenig entwickeltem Weichbast und mit schmalen nach oben und unten einen großen Teil des Mesophylls durchsetzenden Sklerenchymplatten; Sklerenchymfasern der kleineren Nerven öfters in das Mesophyll abzweigend. Styloidartig gestreckte Hemitropien in der ersten Palisadenschicht; große Idioblasten mit großen Einzelkristallen in dem darauffolgenden palisadengewebeartigen Gewebe; Einzelkristalle, zuweilen auch in Begleitung kleinerer Kristallkörper oder selbst einer deutlichen größeren Druse im Begleitparenchym der Nerven, diese jedoch nicht »pflasternd«.

In Ergänzung der Angaben des Herrn Busch, welcher für *Diospyros* (im Blattgewebe bei fast allen untersuchten Arten, *Royena*, *Euclea* und *Maba* eine charakteristische Substanz nachgewiesen hat, welche mit Kalilauge oder Javellescher Lauge einen violetten Farbstoff entstehen läßt, sei noch angeführt, daß auch *Tetraclis* in der Blattspreite (Zellen des Weichbastes der größeren Nerven, auch des Nervenbegleitgewebes und des Schwammgewebes) und in dem Blattstiel (Zellen von Mark, Holzmarkstrahlen, Weichbastring des Leitbündelkreises und äußerem Grundgewebe) schwärzlich-braune Massen aufweist, die mit den genannten Reagentien sich violett färben. Damit ist die »charakteristische Substanz« in allen Ebenaceen-Gattungen nachgewiesen.

Über die Untersuchung der oben erwähnten weiblichen Blütenknospe von *D. Hildebrandtii*, die zum Teil an Querschnitten vorgenommen wurde, ist noch folgendes mitzuteilen. Die vollkommen geschlossene, keulenförmig nach oben verbreiterte, 11 mm lange und an ihrer Außenseite dicht von senkrecht gestellten einzelligen Haaren bedeckte Knospe besaß einen massiven, $4^1/_2$ mm langen, vom übrigen Körper der Knospe durch eine ringförmige Linie abgegliederten Stielteil, der später an den Früchten entsprechend ausgewachsen als dicker, keulenförmig nach oben verbreiterter Fruchtstiel entgegentritt, von dem dann die Frucht leicht abfällt. Querschnitte an der Spitze des dickwandigen, auch auf der Innenfläche stark behaarten Kelches ließen durch das Auftreten von Spalten seine Zusammensetzung aus vier Blättern erkennen, entsprechend den vier ungleichen Lappen des Fruchtkelches. Die außen dicht behaarte, 4 mm lange Krone zeigte vier längliche, rechts gedrehte Lappen von der halben Kronlänge. Staminodien sah ich nur 4 (auf Querschnitten), alternierend mit den Kronblättern, bzw. deren Mittelrippen. Der außen behaarte Fruchtknoten enthielt acht Fächer und in jedem Fach eine Samenanlage. Die Fruchtknotenwand und die mit vielen Steinzellen durchsetzte Kelchwand gaben bei der Aufhellung mit Javellescher Lauge die charakteristische Violettfärbung.

Ähnliche, wenn auch viel kleinere Schülferchen, wie bei *D. Hildebrandtii*, finden sich nun auch bei einigen *Diospyros*-Arten der Sektion *Ebenus* von Hiern, die dem madagassischen Florenbezirk zugehören. Herr Busch hat sie zunächst bei einer als *D. Neraudii* A. DC. bezeichneten, von Bojer auf Mauritius gesammelten Pflanze des Herbarium Monacense angetroffen, welche in der Tat gemäß der Blütenanalyse und gemäß der voll-

kommenen Übereinstimmung der Blattstruktur[1]) mit dem Originalmaterial von NERAUD und BOJER aus dem Prodromusherbar zu der nur mit männlichen Blüten gekannten *D. Neraudii* A. DC. gehört, welche HIERN in seiner Monographie (p. 178) mit einem Fragezeichen zu *D. nodosa* Poir. gezogen hat. Gleichgebaute Schülferchen, wie bei *D. Neraudii*, wies ich weiter am Original von *D. nodosa* Poir. (Herbier de JUSSIEU n. 7283, Isle de France, Herbier de COMMERSON, Herb. Paris.) nach, dessen Blattstruktur in allen wesentlichen Stücken mit der von *D. Neraudii* übereinstimmt, so daß anatomischerseits der Einbeziehung der letztgenannten Art zu *nodosa*

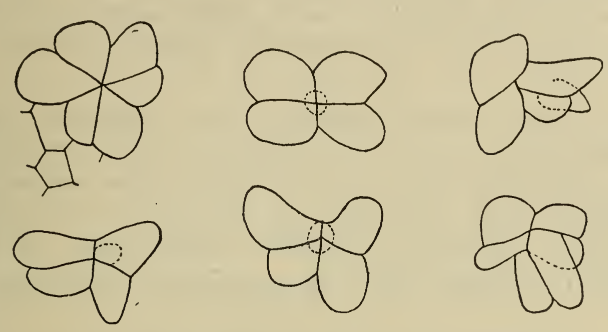


Fig. 2. Schülferchen von *D. melanida* (ca. $^{280}/_{1}$).

nichts im Wege steht, sodann noch am Originalblattmaterial der bei HIERN neben *D. nodosa* stehenden *D. melanida* Poir. (Isle de Bourbon, COMMERSON, Herb. Paris.), das in anatomischer Hinsicht von *D. Neraudii* und *nodosa* nur durch das Fehlen der horizontalen Teilwände in der oberseitigen Epidermis, das Vorkommen von Einzelkristallen, zu mehreren übereinander, im Palisadengewebe und besonders durch das »Durchgehen« der größeren und nächst kleineren Nerven mit den oberseitigen, an den Holzteil sich anschließenden und in den kleineren Nerven fast plattenförmig ausgebildeten Sklerenchymbelegen — entsprechend dem deutlichen Hervortreten des Nervennetzes — abweicht. Die Schülferchen der genannten *Diospyros*-

1) Oberseitige Epidermiszellen hoch, bisweilen durch Querwände geteilt, kleinpolygonal, mit dicker Außenwand, unterseitige ebenfalls hoch, kleinpolygonal und mit ziemlich dicker Außenwand; Spaltöffnungen in der Fläche mit stark hervortretenden äußeren Cuticularleisten. Palisadengewebe einschichtig, lang- und schmalzellig; Schwammgewebe nicht großlückig, an den Außenwänden der Zellen mit körnigen Ausscheidungen, etwa $^{2}/_{3}$ der Dicke des Mesophylls einnehmend. Kleinere Nervenleitbündel eingebettet, beiderseits mit Sklerenchymbelag. Große Idioblasten mit großen Einzelkristallen, dem Palisaden- und Schwammgewebe zugehörig; größere bis große Einzelkristalle auch im Schwammgewebe. Kopfige Drüsenhaare fehlen. Die extranuptialen Nektarien konnten nur am Münchener Material festgestellt werden, was aber ihr Vorkommen bei den anderen nicht ausschließt, nachdem festgestellt ist, daß sie bei den *Diospyros*-Arten oft nur sparsam und nicht an allen Blättern auftreten und da nur Bruchstücke der Originalmaterialien vorlagen.

Arten besitzen einen einzelligen Stiel, der zwischen den Epidermiszellen eingefügt ist, und einen meist 4- oder aber 2-, 3-, 5- oder 6-lappigen Endteil mit der entsprechenden Zahl zartwandiger und weitlumiger, verschieden angeordneter und oft ungleichmäßig ausgebildeter Zellen[1]), die zudem bisweilen nicht sämtlich in einer Ebene liegen. Ihr Inhalt ist oft schwach bräunlich, doch, soweit sich am Herbarmaterial feststellen ließ, anscheinend mehr harziger Natur. Die Baukonstruktion der Schülferchen ist nach dem Vorausgehenden dieselbe wie bei *D. Hildebrandtii*, abgesehen von der genauen Insertionsweise des Stiels und der Gestalt und Zahl der Zellen des Endteils. Das sind gleich der verschiedenen Größe nur Unterschiede, welche die Trichome von *D. Hildebrandtii* nur als ein fortgeschrittenes Stadium der im wesentlichen gleichen Haarform ansprechen lassen.

Auch in den übrigen Verhältnissen der Blattstruktur schließt sich *D. Hildebrandtii* an die in Rede stehenden Arten der Sektion *Ebenus* an. Sie unterscheidet sich von *D. Neraudii* und *nodosa* im wesentlichen lediglich durch das Fehlen der Teilwände in der Epidermis und das Auftreten übereinander gelagerter Einzelkristalle im Palisadengewebe, von *D. melanida* durch die eingebetteten Leitbündel der kleinen Nerven.

Für die Zugehörigkeit zur Sektion *Ebenus* spricht auch die Beschaffenheit des Kelches (vergl. Hiern p. 148). An der geschlossenen weiblichen Blütenknospe von *D. Hildebrandtii* ist, wie schon oben hervorgehoben wurde, nur eine undeutliche Teilung der Kelchlappen zu sehen; die 4 Zipfel des Fruchtkelches sind ungleich groß und ungleich tief voneinander getrennt, so daß mitunter scheinbar nur 3 Lappen hervortreten. Nebenher mag auch erwähnt sein, daß Hiern (p. 177) für die weibliche Blüte von *D. haplostylis* Boiv. aus der Sektion *Ebenus* auch nur 4 Staminodien, wie bei *D. Hildebrandtii*, angibt.

Ob *D. Hildebrandtii* in der Fruchtbeschaffenheit wirklich so stark von den Arten der genannten Sektion abweicht, daß sie besser in eine eigene Sektion gestellt wird, kann nur der sicher entscheiden, welcher das Fruchtmaterial der madagassischen Arten und nicht nur die bloßen Beschreibungen eingesehen hat. Die Früchte dieser Arten sind in der Regel allerdings größer und fleischig. Aber auch Hiern beschreibt für *D. nodosa* einen Fruchtkelch, der die Frucht in halber Höhe umfaßt und aufrechte Segmente hat, und in der Originaldiagnose von *D. nodosa* in Poiret, Encyclopédie méthodique V, 1804, p. 432 steht sogar: »il (le calice) se durcit & enveloppe le fruit«.

Die Verbreitung der schülferchenartigen Trichome bei den Arten der

1) Bei *D. Neraudii* fand ich gewöhnlich den Endteil aus 3—4, beim Bojerschen Original auch aus 2, bei *D. nodosa* aus 3—4, bei *D. melanida* aus 4—6 Zellen zusammengesetzt.

Sektion *Ebenus* bedarf noch der genauen Feststellung. Uns hat aus dem genannten Verwandtschaftskreis nur noch die zeylanische *D. oocarpa* Thw. vorgelegen, für die ich das Fehlen der Schülferchen bestätigen kann. In PARMENTIERS Dissertation, welche die Beschreibung der Blattstruktur von 6 Arten der Sektion enthält, von welchen, nebenbei gesagt, *D. nodosa* Poir. auszuscheiden hat, da die unter diesem Namen angeführte Pflanze (p. 102) zweifellos falsch bestimmt ist, fehlt jede Angabe hierüber; diese Arbeit berücksichtigt die Behaarung überhaupt nur in ganz unzureichender Weise.